

Ipsen International GmbH  
Flutstraße 78

47533 Kleve

### Verfahren und Vorrichtung zum Schwärzen von Bauteilen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schwärzen von Bauteilen. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Erzeugung schwarzer Oberflächen bekannt. Hierbei handelt es sich um oxidative Verfahren innerhalb von gasförmigen Atmosphären oder flüssigen Medien sowie um galvanische Behandlungen. Schwarze Oberflächen werden erzeugt, um beispielsweise eine ansprechende Oberfläche des Bauteils zu erhalten, die Oberfläche korrosionsbeständiger beispielsweise gegen Flugrost zu machen und eine höhere Abriebfestigkeit zu erreichen.

Aus der EP 0 655 512 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung einheitlicher Oxidationsschichten auf metallischen Werkstücken im Anschluß an ein Nitrier- oder Nitrocarburierverfahren bekannt, bei dem die Werkstücke nach dem Nitrieren oder Nitrocarburieren bei gegebener Temperatur für eine vorgegebene Zeit einer Oxidationsatmosphäre ausgesetzt werden. Bei der Nachoxidation wird die äußere Randschicht des Werkstücks, die im wesentlichen aus Eisennitriden bzw. Carbonitriden besteht, in eine dünne Eisenoxidschicht umgewandelt. Angestrebt dabei ist eine Schicht aus  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Diese Schicht weist eine schwarze Färbung auf. Nachteilig hierbei ist, daß die separate Nachbehandlung einen zusätzlichen Arbeitsschritt darstellt.

Aus der DE 43 33 940 C1 ist ein Verfahren zum Behandeln von Teilen, insbesondere Stahl- und/oder Gußteilen, bekannt, bei dem eine geschwärzte Oberfläche dadurch erzeugt wird, daß die Teile in einem Ofen mittels Einleitung oder Verdüsung eines reduzierend und oxidierend wirkenden Reaktionsgases bei Härtetemperaturen im Ofenraum gleichzeitig oxidiert und gehärtet werden. Nachteilig hierbei ist, daß durch das direkte Einbringen im heißen Zustand eine Belastung des Ofens entsteht. Des weiteren muß, um eine vorzeitige Oxidation während der Erwärmung zu verhindern, das Teil von einem Flammenschleier umgeben sein.

Eine weitere Möglichkeit zum Schwärzen von Oberflächen besteht darin, das Werkstück nach dem Anlassen in einer Emulsion abzuschrecken, wodurch die oxidierte Oberfläche geschwärzt wird. Nachteilig hierbei ist, daß ein zusätzlicher Verfahrensschritt durchgeführt werden muß, daß die Emulsion gegen den Befall von Mikroben geschützt werden muß und sie nur durch teure, zusätzliche Behandlungsmaßnahmen entsorgt werden kann.

Eine weitere Möglichkeit zum Schwärzen von Bauteiloberflächen stellt die Nachbehandlung in Flüssigkeiten dar. Hierbei werden die Bauteile nach dem Härten in sogenannte Brünierbäder oder Salzbäder getaucht. Auch bei diesem Verfahren handelt es sich um zusätzliche Verfahrensschritte und die Bäder müssen aufwendig hergestellt, überwacht und beseitigt werden. Insbesondere bei Salzbädern kann die Problematik bestehen, daß diese Cyanide enthalten. Eine Entsorgung ist somit aufwendig und teuer.

Eine weitere Möglichkeit besteht im elektrolytischen Schwärzen in galvanischen Lösungen. Hierbei handelt es sich z. B. um das Schwarzchromatieren. Aufgrund von möglichen ungleichmäßigen Schichtdicken bei der Metallabscheidung können bei diesem Verfahren allerdings unterschiedliche Farbverläufe entstehen. Nachteilig ist des weiteren, daß hier ein zusätzlicher Verfahrensschritt notwendig ist und daß die galvanische Lösung aufwendig entsorgt werden muß.

Allgemein ist bei allen oxidischen Verfahren nachteilig, daß die Oxidschichten eine Neigung zum Abplatzen aufweisen, wenn die Oxidschicht zu dick ist oder keine ausreichende Haftfähigkeit zwischen Oxidschicht und Oberfläche vorhanden ist.

Eine höhere Schichtdicke kann allerdings notwendig sein, um eine hinreichende Schwärzung zu erreichen.

Der Erfindung liegt somit die **A u f g a b e** zugrunde, ein Verfahren zum Schwärzen von Oberflächen zu schaffen, welches ohne einen zusätzlichen Verfahrensschritt schwarze Oberflächen schafft, die nicht zum Abplatzen neigen. Es sollten keine in der Herstellung, Unterhaltung und Entsorgung teuren Flüssigkeiten oder Bäder zur Anwendung kommen. Des weiteren soll eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens geschaffen werden.

Die erfindungsgemäße **L ö s u n g** der Aufgabe sieht vor, daß die Oberfläche innerhalb eines Behandlungsraums einer Wärmebehandlung bei gleichzeitigem Zuführen eines kohlenstoffabgebenden Mediums unterzogen wird. Die Oberfläche des sich bereits im Behandlungsraum befindlichen Bauteils wird mit Kohlenstoff in Verbindung gebracht. Dieser entsteht durch ein Aufspalten des kohlenstoffabgebenden Mediums. Das Aufspalten erfolgt durch die Wärmezufuhr. Der Kohlenstoff reagiert mit der Oberfläche des Bauteils und schwärzt diese.

In vorteilhafter Weise werden dabei unter Vermeidung der zuvor zitierten Nachteile tiefschwarze Oberflächen geschaffen. Mit diesem Verfahren lassen sich insbesondere schwarze Oberflächen auf Werkzeugen, die nach dem Härten eine unter Umständen unansehnliche Oberfläche aufweisen, herstellen. Des weiteren kann auch die Korrosionsbeständigkeit der Bauteile erhöht werden. Da die Oberflächen einen "satinartigen" Glanz erhalten, können sehr gut auch sehr beständige, dekorative Oberflächen beispielsweise für Gehäuse von Stereoanlagen oder andere Metallteile, die neben der Funktionalität noch eine Design-Funktion haben, geschaffen werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Wärmebehandlung unter Niederdruck erfolgt. Es kann dabei ein Niederdruck von 0,01 mbar bis 100 mbar angelegt werden. Vorzugsweise kann sich der Niederdruck in einem Bereich von 0,1 mbar bis 15 mbar bewegen. Niederdruck ermöglicht ein günstigeres Dosieren des Kohlenstoffgehaltes im Ofenraum, was ein Verrußen des Ofenraumes verhindert. Bei höheren Drücken, insbesondere unter atmosphärischen Bedingungen, ist der zudosierbare Anteil des

kohlenstoffabgebenden Mediums zu hoch, was unweigerlich in nachteiliger Weise zu Verrußungen des Ofenraums führt. Damit sind auch die Kosten für das kohlenstoffabgebende Medium höher und der Ofen muß regelmäßig entrußt werden, um einen optimalen Prozeß zu gewährleisten.

Die Wärmebehandlung selbst kann bei einer Temperatur von 200° C bis 700° C durchgeführt werden. In diesem Temperaturbereich wird eine gute Umsetzung des Kohlenstoffs mit der Oberfläche des Bauteils erreicht. Vorzugsweise beträgt die Temperatur 300° C bis 570° C, besonders bevorzugt von 350° C bis 475° C. Die Dauer der Wärmebehandlung kann dabei über eine Variation der Temperatur und/oder des Drucks geregelt werden. Der Kohlenstoffgehalt selbst kann innerhalb des Behandlungsraums über eine Variation des Drucks geregelt werden. Die Regelung kann notwendig sein, um eine Änderung der Atmosphäre im Behandlungsraum über die Dauer der Behandlung zu erreichen.

Das kohlenstoffabgebende Medium kann gasförmig in den Behandlungsraum eingeleitet werden. Des weiteren ist auch eine flüssige Zufuhr möglich. Als kohlenstoffabgebendes Medium können Kohlenwasserstoffe, insbesondere Acetylen, Kohlenmonoxid oder eine Mischung davon zugeführt werden. Diese Stoffe eignen sich aufgrund ihrer guten Aufspaltbarkeit als Kohlenstofflieferant. Allerdings sind auch andere Stoffe als kohlenstoffabgebendes Medium denkbar.

Aus Eigenschaftsgründen sind keine Forderungen an die Geschwindigkeit des Abkühlens zu stellen. Deshalb sollte eine Kühlung am Ende des Prozesses aus Anlagenverfügbarkeitsgründen so schnell wie möglich durchgeführt werden.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht die Erfindung eine Vorrichtung mit einem beheizbaren Behandlungsraum und einer Vorrichtung zur geregelten Zufuhr des kohlenstoffabgebenden Mediums vor. Der Behandlungsraum kann dabei evakuierbar sein. Zur Evakuierung des Behandlungsraums kann dabei eine Vorrichtung, insbesondere eine Vakuumpumpe vorgesehen sein. Des weiteren kann eine Überwachungsvorrichtung für den Kohlenstoffgehalt in der Atmosphäre des Behandlungsraums vorgesehen sein, um eine geregelte Zufuhr des kohlenstoffabgebenden Mediums zu erhalten.

Als Behandlungsraum kann ein Ofen vorgesehen sein. Der Ofen kann eine Auskleidung aufweisen. Diese Auskleidung kann aus Metall bestehen. Hiervon sollte abgesehen werden, wenn katalytisch wirkende Oberflächen vorhanden sind. In solchen Fällen sollte die Auskleidung nicht metallisch sein. Vorzugsweise kann die Auskleidung auswechselbar ausgeführt sein, um eventuell auftretende Verrußungen beseitigen zu können.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand einer nur eine Figur aufweisende Zeichnung in nicht beschränkender Weise näher erläutert werden.

Die einzige Figur zeigt in diagrammartiger Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

In einer Ofenkammer 1 eines Vakuumofens befindet sich ein Bauteil 2, dessen Oberfläche geschwärzt werden soll. Die zu schwärzenden Oberflächen des Bauteils 2 sind unbehandelt. Mittels einer Heizeinheit 3 wird in der Ofenkammer 1 eine Temperatur von 450° erzeugt. Gleichzeitig wird mit einer Vakuumpumpe 4 der Druck in der Ofenkammer 1 auf einen Druck von 5 mbar abgesenkt.

Über eine Zuführeinheit 5 wird der Ofenkammer 1 als kohlenstoffabgebendes Medium Acetylen ( $C_2H_2$ ) zugeführt. Das Acetylen wird in der Ofenkammer 1 aufgespalten. Kohlenstoff wird an die Atmosphäre in der Ofenkammer 1 abgegeben. Der Kohlenstoff gelangt mit der Oberfläche des Bauteils 2 in Kontakt und bewirkt eine Schwärzung.

Über einen Überwachungssensor 6 wird der Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre im Ofenraum 1 überwacht. Über eine Verbindung (nicht dargestellt) mit der Zuführeinheit 5 steuert der Überwachungssensor 6 die Zufuhr des kohlenstoffabgebenden Mediums, um eine optimale Konzentration einstellen zu können. Der Kohlenstoffgehalt wird so eingestellt, daß ein Verrußen der Ofenkammerwände möglichst vermieden wird. Gegen Ende der Behandlungszeit wird die Zugabe von Acetylen reduziert, um eine optimale Ausnutzung des Kohlenstoffs zu erreichen. Nach einer Behandlungszeit von zwei Stunden wird die verbliebene Atmosphäre abgesaugt und in der Ofenkammer wieder Umgebungsdruck hergestellt. Des weiteren werden der Ofenraum und das Bauteil

2, damit die Vorrichtung für den nächsten Prozeß sofort wieder zur Verfügung steht, schnellstmöglich abgekühlt, was keine Eigenschaftsänderungen am geschwärzten Bauteil 2 zur Folge hat. Im Anschluß kann das Bauteil 2 mit geschwärzter Oberfläche der Ofenkammer 1 entnommen werden. Die auf diese Weise erzeugte oberflächliche Schwarzfärbung ist festhaftend, was mittels Abriebtests nachgewiesen wurde.

Bezugszeichenliste:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1 | Ofenkammer         |
| 2 | Bauteil            |
| 3 | Heizeinheit        |
| 4 | Vakuumpumpe        |
| 5 | Zuführeinheit      |
| 6 | Überwachungssensor |

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Schwärzen von Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche innerhalb eines Behandlungsraumes (1) einer Wärmebehandlung bei gleichzeitigem Zuführen eines kohlenstoffabgebenden Mediums unterzogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung unter Niederdruck erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Niederdruck von 0,01 mbar bis 100 mbar angelegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise ein Niederdruck von 0,1 mbar bis 15 mbar angelegt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 200° C bis 700° C durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise die Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 300° C bis 570° C durchgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung besonders bevorzugt bei einer Temperatur von 350° C bis 475° C durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Regelung der Behandlungszeit in Abhängigkeit von der Temperatur und/oder dem Druck erfolgt.



9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kohlenstoffgehalt innerhalb des Behandlungsraumes in Abhängigkeit vom Druck geregelt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das kohlenstoffabgebende Medium gasförmig zugeführt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das kohlenstoffabgebende Medium flüssig zugeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als kohlenstoffabgebendes Medium Kohlenwasserstoffe, insbesondere Acetylen, und/oder Kohlenmonoxid zugeführt wird.
13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 12 mit einem beheizbaren Behandlungsraum (1) und einer Vorrichtung zur geregelten Zufuhr (5) des kohlenstoffabgebenden Mediums.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungsraum (1) evakuierbar ist.
15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Evakuierung eine Vakuumpumpe (4) vorgesehen ist.
16. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überwachungsvorrichtung (6) für den Kohlenstoffgehalt in der Atmosphäre des Behandlungsraumes (1) zur geregelten Zufuhr des kohlenstoffabgebenden Mediums vorgesehen ist.
17. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungsraum (1) ein Ofen ist.
18. Vorrichtung gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen eine Auskleidung aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskleidung auswechselbar ist.

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schwärzen von Bauteilen. Um ein Verfahren zu schaffen, welches auf Bauteilen schwarze Oberflächen schafft, die nicht zum Abplatzen neigen, und bei dem keine in der Herstellung, Unterhaltung und Entsorgung teuren Flüssigkeiten oder Bäder zum Einsatz kommen, wird vorgeschlagen, daß die Oberflächen des Bauteils innerhalb eines Behandlungsraums einer Wärmebehandlung bei gleichzeitigem Zuführen eines kohlenstoffabgebenden Mediums unterzogen werden. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

R/WL/mr